

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平11-55070

(43) 公開日 平成11年(1999) 2月26日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 0 3 H 9/25  
9/145

識別記号

F I  
H 0 3 H 9/25 A  
9/145 C

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平9-259104

(22) 出願日 平成9年(1997) 9月24日

(31) 優先権主張番号 特願平9-143599

(32) 優先日 平9(1997) 6月2日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005821

松下電器産業株式会社

大阪府門真市大字門真1006番地

(72) 発明者 大西 慶治

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 田口 豊

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72) 発明者 江田 和生

大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(74) 代理人 弁理士 松田 正道

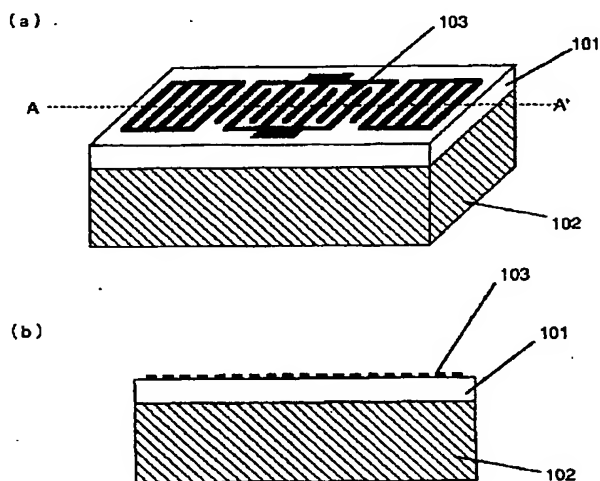
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 弾性表面波素子とその製造方法

(57) 【要約】

【課題】 既存の圧電基板の特性を変化させることなく、周波数温度係数の小さい弾性表面波素子を提供する。

【解決手段】 主基板101と、主基板101の一方主面上に形成された櫛形電極103と、主基板101の他方主面に接着剤を介さずに直接接合された補助基板102とを備え、補助基板102の熱膨張係数が、主基板101の熱膨張係数よりも小さく、補助基板102の厚さが主基板101の厚さよりも厚い構成とする。



101・・・主基板  
102・・・補助基板  
103・・・櫛形電極

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 主基板と、前記主基板の一方主面上に形成された櫛形電極と、前記主基板の他方主面に接着剤を介さずに直接接合された補助基板とを備え、前記補助基板の熱膨張係数が、前記主基板の熱膨張係数よりも小さく、前記補助基板の厚さが前記主基板の厚さよりも厚いことを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項2】 主基板と、前記主基板の一方主面上に形成された櫛形電極と、前記主基板の他方主面に接着剤を介さずに直接接合された補助基板とを備え、前記補助基板の熱膨張係数が、前記主基板の熱膨張係数よりも大きく、前記補助基板の厚さが前記主基板の厚さよりも薄いことを特徴とする弾性表面波素子。

【請求項3】 前記一方主面を前記櫛形電極を含めて被覆するように形成され、酸化珪素を主成分とする薄膜を備えることを特徴とする請求項1または2に記載の弾性表面波素子。

【請求項4】 前記主基板の前記一方主面側に形成され、厚さが弾性表面波波長の1波長以下である分極反転層を備えることを特徴とする請求項1または2に記載の弾性表面波素子。

【請求項5】 前記主基板は、分極方向が互いに反対方向である第一の主基板と第二の主基板とが、直接接合された積層基板であることを特徴とする請求項1または2に記載の弾性表面波素子。

【請求項6】 前記主基板と前記補助基板との直接接合界面に、絶縁性膜を備えることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項7】 前記絶縁性膜は、酸化珪素を主成分とする無機薄膜であることを特徴とする請求項6に記載の弾性表面波素子。

【請求項8】 前記主基板の厚さは、弾性表面波波長の1波長よりも厚いことを特徴とする請求項1～7のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項9】 前記主基板と前記補助基板との直接接合界面に、導電性薄膜を備えることを特徴とする請求項1～5のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項10】 前記主基板の厚さは、弾性表面波波長の1波長程度であることを特徴とする請求項9に記載の弾性表面波素子。

【請求項11】 前記主基板は、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウム、ランガサイト、ホウ酸リチウムのいずれかを材料とする圧電単結晶基板であることを特徴とする請求項1～10のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項12】 前記補助基板は、ガラスまたはシリコンを材料とすることを特徴とする請求項1～11のいずれかに記載の弾性表面波素子。

【請求項13】 主基板と補助基板とを洗浄して親水化処理する親水化処理工程と、前記親水化処理工程の後、

前記主基板と前記補助基板とを直接接合する直接接合工程と、前記直接接合工程の後、前記主基板上に櫛形電極を形成する電極形成工程とを含むことを特徴とする弾性表面波素子の製造方法。

【請求項14】 主基板原板と補助基板原板とを洗浄して親水化処理する親水化処理工程と、前記親水化処理工程の後、前記主基板原板と前記補助基板原板とを直接接合して接合体を生成する直接接合工程と、前記直接接合工程の後、前記主基板原板上に櫛形電極を形成する電極形成工程と、前記電極形成工程の後、前記接合体の前記櫛形電極を形成された前記接合体を個々の弾性表面波素子に分割する分割工程とを含むことを特徴とする弾性表面波素子の製造方法。

【請求項15】 前記直接接合工程の前に、前記補助基板原板の前記主基板原板と直接接合する面に、前記分割工程における分割線に沿って格子状の溝部を形成する溝部形成工程を含むことを特徴とする請求項14に記載の弾性表面波素子の製造方法。

【請求項16】 前記直接接合工程の後、前記主基板、前記補助基板、前記主基板原板、前記補助基板原板のいずれかを、直接接合する面と反対側の面から薄肉化加工する薄板化加工工程を含むことを特徴とする請求項13～15のいずれかに記載の弾性表面波素子の製造方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、移動体通信機器等に使用される弾性表面波素子およびその製造方法に関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】移動体通信の発展にともない、機器を構成するキーデバイスの1つである弾性表面波素子に対する高性能化が求められている。弾性表面波素子は、圧電基板が有する電気機械結合係数、遅延時間温度係数、弾性表面波伝搬速度などの諸特性によって素子特性が左右される。現在、一般に用いられている圧電基板は水晶、タンタル酸リチウム、ニオブ酸リチウムなどの圧電単結晶である。同じ基板種であっても圧電単結晶の異方性により、そのカット角、伝搬方向によって前記諸特性が異なり、用途に応じて基板選択が行われている。これらの圧電基板では、一般に、電気機械結合係数が大きければその周波数温度係数が大きく、逆に、周波数温度係数が小さければその電気機械結合係数が小さくなっており、従来より、電気機械結合係数が大きく、なおかつ周波数温度係数の小さい基板材料が求められていた。

【0003】また、移動体通信システムにおいても様々なシステムが利用されており、その使用周波数帯も従来の800MHz帯から1.9GHz帯へとひろがりを見せている。米国におけるPCSシステムや欧州におけるPCNシステムなどは、1.9GHz帯を利用した移動体通信システムであるが、送信帯域と受信帯域との周波

数差が非常に狭く(20MHz)になっている。そのため、例えば送信フィルタを考えた場合、受信帯域での減衰量を確保することが非常に困難となっている。弾性表面波フィルタを前記システムに適用する場合、通過帯域を確保するため、通常タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウムなどの電気機械結合係数の大きな圧電基板が使用される。しかし、前記圧電基板の周波数温度係数が大きいために(例えば、 $36^{\circ}\text{Y}$ カットX伝搬のタンタル酸リチウムでは約 $-35\text{ppm}/^{\circ}\text{C}$ )、実使用温度範囲や製造偏差を考慮すると、実質的に送受信帯域間隔は十数MHzしかないことになる。したがって、先ほどの送信フィルタの例を考えると、ますます受信帯域の減衰量を確保することが困難となっている。このような背景からも、大きな電気機械結合係数を有し、なおかつ温度特性の良好な圧電基板への要望が強くあった。

【0004】弾性表面波素子の周波数温度係数を改善する方法としては、種々のアプローチが行われている。たとえば、J. Appl. Phys. (Vol. 50, pp. 1360-1369, 1979)や、IEEE Transactions Sonics and Ultrasonics (Vol. SU-31, pp. 51-57, 1984)に示されるように、タンタル酸リチウムまたはニオブ酸リチウム上に、その周波数温度係数の符号が逆の酸化珪素膜を形成することにより弾性表面波素子の周波数温度係数を改善する方法がよく知られている。また、IEEE Transactions Ultrasonics, Ferroelectric, and Frequency Control (Vol. 41, pp. 872-875, 1994)に示されるように、圧電基板表面に分極反転層を形成することにより、圧電体の電界短絡効果を利用し、弾性表面波素子の周波数温度係数を制御する方法が報告されている。また、異なる圧電基板を直接接合することにより新規の圧電特性を有する圧電基板を利用する方法が提案されている。

【0005】以下に、従来の弾性表面波素子について説明する。

【0006】まず、既存の圧電基板上に酸化珪素膜を形成した、従来の弾性表面波素子について説明する。図9は、圧電基板上に酸化珪素膜を形成した従来の弾性表面波素子の素子断面図である。図9において、201は圧電基板、203は楕形電極、204は酸化珪素膜である。圧電基板201としては、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウムが用いられる。本弾性表面波素子の製造方法としては、最初に、圧電基板201上に楕形電極203を形成し、その後、楕形電極203が形成された圧電基板201上に、スパッタ工法等により酸化珪素膜204を形成する。酸化珪素の膜厚によって、圧電特性は変化し、ある膜厚(通常、弾性表面波波長で正規化して表現される)でゼロ温度係数が得られる。

【0007】次に、圧電基板表面に分極反転層を形成した、従来の弾性表面波素子について説明する。図10は、圧電基板表面に分極反転層を形成した従来の弾性表面波素子の素子断面図である。図10において、201は圧電基板、203は楕形電極、205是分極反転層である。本弾性表面波素子の製造方法としては、最初に、圧電基板201の表層に分極反転層205を形成し、その後、楕形電極203を形成する。分極反転層205の電界短絡効果により、ある深さの分極反転層を形成することで、既存の圧電基板に比べて良好な温度特性を得ることができる。

【0008】また、図11は圧電単結晶同士を直接接合により一体化し、新規の圧電特性を実現することを目的とした、従来の弾性表面波素子の構成を示した断面図である。図11において、201は第1の圧電基板からなる主基板、202は第2の圧電基板からなる補助基板、203は楕形電極である。この構成では、主基板201の厚さを弾性表面波波長の1波長以下に薄板化することにより、主基板単体を伝搬する場合の弾性表面波とは異なるモードの弾性表面波を励振し、新たな特性を有する弾性表面波素子を実現している。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前記従来の弾性表面波素子の場合には、以下のような課題を有していた。

【0010】まず、酸化珪素膜や分極反転層を利用した場合には、温度特性を改善するために、圧電基板単体の特性が変化するが避けられないという課題が挙げられる。すなわち、弾性表面波速度の変化、弾性表面波伝搬損失の増大、電気機械結合係数の変化、不要スプリアスの発現などである。さらに、酸化珪素膜を利用した場合には、酸化珪素膜の膜厚ばらつきにより、圧電基板の圧電特性、弾性表面波速度がばらつくため、製造偏差を抑えることが困難であった。また、酸化珪素の膜質によっても、特性が変化することがあった。同様に、分極反転層を利用した場合においても、分極反転層深さのばらつきによって、圧電基板の圧電特性、弾性表面波速度が変化するという課題を有していた。

【0011】一方、直接接合を利用した従来の弾性表面波素子では、主基板である第1の圧電基板を高精度に薄板化することが必要であり、プロセス的に高周波化が困難であった。

【0012】本発明は、このような従来の弾性表面波用圧電基板の温度特性の制御がむずかしいという課題を考慮し、圧電基板の電気機械結合係数や弾性表面波速度等の諸特性を変化させることなく、良好な温度特性を有する弾性表面波素子およびその製造方法を提供するものである。

【0013】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するため

に、請求項1の本発明は、主基板と、前記主基板の一方主面上に形成された櫛形電極と、前記主基板の他方主面に接着剤を介さずに直接接合された補助基板とを備え、前記補助基板の熱膨張係数が、前記主基板の熱膨張係数よりも小さく、前記補助基板の厚さが前記主基板の厚さよりも厚いことを特徴とする弾性表面波素子である。

【0014】また、請求項2の本発明は、主基板と、前記主基板の一方主面上に形成された櫛形電極と、前記主基板の他方主面に接着剤を介さずに直接接合された補助基板とを備え、前記補助基板の熱膨張係数が、前記主基板の熱膨張係数よりも大きく、前記補助基板の厚さが前記主基板の厚さよりも薄いことを特徴とする弾性表面波素子である。

【0015】さらに、請求項13の本発明は、主基板と補助基板とを洗浄して親水化処理する親水化処理工程と、前記親水化処理工程の後、前記主基板と前記補助基板とを直接接合する直接接合工程と、前記直接接合工程の後、前記主基板上に櫛形電極を形成する電極形成工程とを含むことを特徴とする弾性表面波素子の製造方法である。

【0016】また、請求項14の本発明は、主基板原板と補助基板原板とを洗浄して親水化処理する親水化処理工程と、前記親水化処理工程の後、前記主基板原板と前記補助基板原板とを直接接合して接合体を生成する直接接合工程と、前記直接接合工程の後、前記主基板原板上に櫛形電極を形成する電極形成工程と、前記電極形成工程の後、前記接合体の前記櫛形電極を形成された前記接合体を個々の弾性表面波素子に分割する分割工程とを含むことを特徴とする弾性表面波素子の製造方法である。

【0017】

【発明の実施の形態】以下に、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0018】(第1の実施の形態)図1は、本発明の第1の実施の形態における弾性表面波素子の構成の概略を示す図である。図1において、(a)は全体斜視図、

(b)は(a)におけるA-A'断面図である。また、図1において、101は主基板、102は補助基板、103は櫛形電極である。なお、本実施の形態では、主基板101として厚さ100 $\mu$ mの36°YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを用い、補助基板102として厚さ300 $\mu$ mの低熱膨張ガラス基板を用いている。主基板101の厚さは、弾性表面波波長に比べて十分厚い10波長に設定している。なお、それぞれの基板の熱膨張係数は、タンタル酸リチウムが16ppm/°C(弾性表面波伝搬方向)、ガラス基板が4.5ppm/°Cである。

【0019】以下に、本実施の形態における弾性表面波素子の製造方法を図面を参照して説明する。

【0020】最初に、主基板101と補助基板102との直接接合について説明する。まず、両面鏡面仕上げさ

れた、主基板101および補助基板102を準備する。次に、両基板に付着しているダストや有機物質を除去するために、十分に洗浄する。そして、両基板を水酸化アンモニウムと過酸化水素水との混合水溶液に浸漬し、基板表面を親水化処理する。そして、両基板を純水で十分リンスすることにより、両基板表面は水酸基で終端される。次に、両基板一方主面同士を重ねあわせると、最初両基板は水を介した接合となっているが、徐々に水分が除去され水酸基、酸素、水素などの分子間力による接合へと変化し、主基板101と補助基板102が強固に接合される(初期接合)。

【0021】次に、初期接合された両基板を熱処理する。常温放置によってもある程度の接合強度が得られているが、より強固な接合とするために、100°C以上の温度で数十分から数十時間熱処理を行う。なお、本実施の形態のように、両基板の熱膨張係数差が大きい場合には、両基板の大きさ(接合面積)によって熱処理温度に制約が生じる。これは、温度上昇により初期接合された基板が反り、過度の昇温を行うと基板に割れが生じるためである。このことから、初期接合された両基板は、十分な接合強度を有しており熱処理中に互いにすべりを生じることがなく、熱処理後室温において残留応力のない接合体が得られていることがわかる。

【0022】次に、得られた接合体の主基板側表面に、通常のフォトリソグラフィ技術を用いて、櫛形電極103を形成する。なお、このプロセスにおいてフォトレジストのプリベークなどの加熱プロセスでは基板が反るために、ホットプレート等を利用すると基板面内の温度分布が大きくなるので、オープン等を用いて熱処理することが好ましい。以上のプロセスを経て、本実施の形態における弾性表面波素子は製造される。

【0023】次に、前記弾性表面波素子の温度特性について説明する。弾性表面波素子の周波数温度特性(TCF)は、近似的に弾性表面波伝搬速度の温度依存性(TCV)と、素子基板の熱膨張係数( $\alpha$ )の差によって与えられる。また、TCVは簡単には基板の弾性定数の温度変化と密度の温度変化に依存し、タンタル酸リチウムやニオブ酸リチウムなどの高結合基板は負のTCV(温度が上がれば弾性表面波伝搬速度が遅くなる)を有している。

【0024】本実施の形態における弾性表面波素子に用いられているような接合基板のTCVについては、主基板101の厚さが弾性表面波波長の1波長以上であるので、主基板の弾性定数と密度を主に考慮すればよい。ただし、密度は基板表面の熱膨張係数の関数であるので、補助基板102との熱膨張係数差に起因する熱応力による歪みを考慮しなければならない。また、前記歪みによる弾性定数の変化を考慮する必要がある。

【0025】本実施の形態においては、熱膨張係数の大きな主基板101と、主基板よりも厚く、熱膨張係数の

小さな補助基板102を直接接合しており、正の温度変化により主基板の表面近傍では圧縮応力が作用し、主基板本来の熱膨張係数よりも小さな値を示し、密度変化も小さくなる。従って、TCVの変化が小さくなり、弾性表面波伝搬方向の線膨張係数の変化が小さくなることと併せて、前記弾性表面波素子のTCFは改善される。

【0026】図2に本実施の形態における弾性表面波素子の周波数温度変化を示す。本図は、弾性表面波素子として、共振周波数500MHzの1ポート共振子を用いた場合についてのものである。この図からわかるように、従来の36°YカットX伝搬のタンタル酸リチウムの周波数温度特性である $-35\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ に比べて、本実施の形態の弾性表面波素子では $-20\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ と大幅に改善されていることがわかる。

【0027】以上のように、本実施の形態においては、電気機械結合係数や弾性表面波伝搬速度等の諸特性を変化させることなく、良好な温度特性を有する弾性表面波素子を得ることができる。

【0028】なお、本実施の形態においては、主基板として36°YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを用いたが、これに限らず、他のカット角を用いた場合でも、補助基板として主基板よりも小さな熱膨張係数を有する基板を用いれば、同様の効果が得られる。また、両基板の弾性表面波伝搬方向の熱膨張係数が同等であっても、弾性表面波伝搬方向に垂直な方向の熱膨張係数について、補助基板の熱膨張係数が主基板のものよりも小さければ、密度変化を抑制することができ、TCFを改善することが可能である。ただし、その改善効果は、TCVの寄与のみとなるため小さくなる。また、主基板として、ニオブ酸リチウムやランガサイト、ホウ酸リチウム等の基板を用いた場合でも同様の効果が得られる。

【0029】また、本実施の形態においては、主基板の厚さを弾性表面波波長の約10倍としたが、これに限らず、前記厚さは弾性表面波の粒子変位が集中する1波長程度以上であれば、弾性表面波素子の特性に影響を与えることなく、弾性表面波素子の温度特性を改善することができる。したがって、本実施の形態において、直接接合された主基板の一方主面側から研磨等の薄板加工を行って主基板の厚さを薄くすれば、補助基板からの応力の作用が大きくなり、より一層温度特性を改善することができる。

【0030】また、本実施の形態においては、補助基板としてガラスを用いたが、これに限らず、シリコンなどの他の低熱膨張材料を用いてもよい。補助基板としてガラスを用いた場合には、その非晶質性により、単結晶である主基板との接合が容易となる。また、ガラスの場合にはその組成によって種々の機械的性質を持った材料を得ることができ、温度特性の制御が容易となる。また、補助基板として、導電性基板を用いた場合には、例えば主基板の焦電性を抑制する効果がある。さらに、こ

の場合において、主基板が比較的薄いときには、電解短絡効果による温度特性改善も可能である。

【0031】また、本実施の形態の弾性表面波素子上に、酸化珪素膜を形成することによって、従来酸化珪素を用いて得られていたゼロ温度係数基板の圧電特性とは異なる特性を有する、温度特性が良好な弾性表面波素子を得ることができる。

【0032】また、本実施の形態の主基板に分極反転層を形成することで、前記酸化珪素膜を用いた場合と同様に、従来とは異なる圧電特性を有する温度特性が良好な弾性表面波素子を得ることができる。

【0033】(第2の実施の形態)図3は、本発明の第2の実施の形態における弾性表面波素子の構成の概略を示す断面図である。図3において、101は主基板、102は補助基板、103は櫛形電極である。なお、本実施の形態では、主基板101として厚さ $300\mu\text{m}$ Xカット112°Y伝搬のタンタル酸リチウムを用い、補助基板102として厚さ $100\mu\text{m}$ のガラス基板を用いている。主基板101の厚さは、弾性表面波波長に比べて十分厚く設定している。なお、それぞれの基板の熱膨張係数は、タンタル酸リチウムが $4\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ (Z方向)、ガラス基板が $12\text{ ppm}/^{\circ}\text{C}$ である。また、櫛形電極103の構成は、上述した第1の実施の形態と同様である。

【0034】以下に、本実施の形態における弾性表面波素子の製造方法を図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとする。

【0035】まず、上述した第1の実施の形態と同様に、主基板101と補助基板102との直接接合を行う。そして、初期接合された両基板を、接合強度をより強固にするために大気中にて熱処理を行う。次に、得られた接合体の主基板側表面に、通常のフォトリソグラフィ技術を用いて、櫛形電極103を形成する。以上のプロセスを経て、本実施の形態における弾性表面波素子は製造される。

【0036】次に、前記弾性表面波素子の温度特性について説明する。弾性表面波素子の周波数温度特性(TCF)は、前述の通り、近似的に弾性表面波伝搬速度の温度依存性(TCV)と、素子基板の熱膨張係数( $\alpha$ )の差によって与えられる。本実施の形態のように、熱膨張係数の小さな主基板101と、主基板よりも薄く、熱膨張係数の大きな補助基板102を直接接合した場合に、正の温度変化により接合界面の主基板側に引っ張り応力が作用し、接合体自体は主基板側に反る。したがって、本実施の形態における主基板101と補助基板102のような基板の組み合わせにおいては、主基板における弾性表面波主基板の熱膨張係数が小さくなることと同様の効果を得ることができる。従って、上述した第1の実施の形態と同様に、温度特性を改善することができ

る。

【0037】なお、本実施の形態においては、主基板101としてXカット112° Y伝搬のタンタル酸リチウムを用いたが、これに限らず、他のカット角を用いた場合でも、補助基板として主基板よりも大きな熱膨張係数を有する基板を用いれば、同様の効果が得られる。また、主基板として、ニオブ酸リチウムやランガサイト、ホウ酸リチウム等の基板を用いた場合でも同様の効果が得られる。

【0038】また、本実施の形態においては、補助基板としてガラスを用いたが、これに限らず、補助基板として、導電性基板を用いた場合には、例えば主基板の焦電性を抑制する効果がある。

【0039】以上のように、本実施の形態においては、電気機械結合係数や弾性表面波伝搬速度等の諸特性を変化させることなく、良好な温度特性を有する弾性表面波素子を得ることができる。

【0040】(第3の実施の形態)図4は、本発明の第3の実施の形態における弾性表面波素子の構成の概略を示す断面図である。図4において、101は主基板、102は補助基板、103は櫛形電極、104は酸化珪素膜である。なお、本実施の形態では、主基板101として厚さ100 $\mu$ mの41° YカットX伝搬のニオブ酸リチウムを用い、補助基板102として厚さ300 $\mu$ mの低熱膨張ガラス基板を用いている。主基板の厚さは、弾性表面波波長に比べて十分く設定している。なお、それぞれの基板の熱膨張係数は、ニオブ酸リチウムが15.4ppm/°C(弾性表面波伝搬方向)、ガラス基板が4.5ppm/°Cである。また、櫛形電極103の構成は、第1の実施の形態と同様である。

【0041】以下に、本実施の形態における弾性表面波素子の製造方法を図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとする。

【0042】まず、第1の実施の形態と同様にして、主基板101と補助基板102とを直接接合する。次に、前記主基板101の一方主面上に櫛形電極103を形成する。最後に、前記櫛形電極103が形成された主基板101上に酸化珪素膜104をスパッタリングにより形成する。以上のプロセスを経て、本実施の形態における弾性表面波素子は製造される。

【0043】第1の実施の形態と同様に、主基板101と補助基板102とを直接接合することによって、前記両基板の熱膨張係数差による応力により、主基板単体の場合の温度特性を改善することができる。それに加えて、本実施の形態の場合には、主基板上に酸化珪素膜が形成されているため、さらに温度特性の改善が可能となっている。酸化珪素膜を用いた温度補償方法はよく知られているが、この方法を単独で用いた場合に比べて、補助基板の特性を変化させることで、種々の圧電特性を有する

ゼロ温度特性の基板を実現することが可能となる。

【0044】以上のように、本実施の形態においては、良好な温度特性を有する弾性表面波素子を得ることができるのに加えて、従来酸化珪素膜を用いて得られていたゼロ温度係数基板の圧電特性とは異なる特性を有する、温度特性が良好な弾性表面波素子を得ることができる。

【0045】なお、本実施の形態においては、主基板として41° YカットX伝搬のニオブ酸リチウムを用いたが、これに限らず、他のカット角を用いた場合でも、補助基板として主基板よりも小さな熱膨張係数を有する基板を用いれば、同様の効果が得られる。また、両基板の弾性表面波伝搬方向の熱膨張係数が同等であっても、弾性表面波伝搬方向に垂直な方向の熱膨張係数について、補助基板の熱膨張係数が主基板のものよりも小さければ、密度変化を抑制することができ、TCFを改善することが可能である。ただし、その改善効果は、TCVの寄与のみとなるため小さくなる。また、主基板として、タンタル酸リチウムやランガサイト、ホウ酸リチウム等の基板を用いた場合でも同様の効果が得られる。

【0046】また、本実施の形態においては、補助基板としてガラスを用いたが、これに限らず、シリコンなどの他の低熱膨張材料を用いてもよい。補助基板として、導電性基板を用いた場合には、例えば主基板の焦電性を抑制する効果がある。

【0047】(第4の実施の形態)図5は、本発明の第4の実施の形態における弾性表面波素子の構成の概略を示す断面図である。図5において、101は主基板、102は補助基板、103は櫛形電極、105は分極反転層である。なお、本実施の形態では、主基板101として厚さ100 $\mu$ mの36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを用い、補助基板102として厚さ300 $\mu$ mの低熱膨張ガラス基板を用いた。主基板の厚さは、弾性表面波波長に比べて十分く設定している。なお、それぞれの基板の熱膨張係数は、タンタル酸リチウムが16ppm/°C(弾性表面波伝搬方向)、ガラス基板が4.5ppm/°Cである。また、櫛形電極103の構成は、第1の実施の形態と同様である。

【0048】以下に、本実施の形態における弾性表面波素子の製造方法を図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとする。

【0049】まず、第1の実施の形態と同様にして、主基板101と補助基板102とを直接接合する。次に、主基板101上に分極反転層105を形成する。通常、分極反転層はプロトン交換および熱処理の工程によって形成される。本実施の形態においては、分極反転層の厚さは弾性表面波波長の1/5としている。最後に、前記分極反転層105が形成された主基板101上に櫛形電極103を通常のフォトリソグラフィプロセスを用いて形成する。以上のプロセスを経て、本実施の形態におけ



る弾性表面波素子は製造される。

【0050】第1の実施の形態と同様に、主基板101と補助基板102を直接接合することによって、前記両基板の熱膨張係数差による応力により、主基板単体の場合の温度特性を改善することができる。それに加えて、本実施の形態の場合には、主基板上に分極反転層が形成されているため、その電界短絡効果によりさらに温度特性の改善が可能となっている。分極反転層を用いた温度補償方法はよく知られているが、この方法を単独で用いた場合に比べて、より一層温度特性の改善を図ることが可能となる。

【0051】以上のように、本実施の形態においては、良好な温度特性を有する弾性表面波素子を得ることができるのに加えて、従来、分極反転層を用いて得られていた基板の圧電特性とは異なる特性を有する、温度特性が良好な弾性表面波素子を得ることができる。

【0052】なお、本実施の形態においては、主基板として36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを用いたが、これに限らず、他のカット角を用いた場合でも、補助基板として主基板よりも小さな熱膨張係数を有する基板を用いれば、同様の効果が得られる。また、両基板の弾性表面波伝搬方向の熱膨張係数が同等であっても、弾性表面波伝搬方向に垂直な方向の熱膨張係数について、補助基板の熱膨張係数が主基板のものよりも小さければ、密度変化を抑制することができ、TCFを改善することが可能である。ただし、その改善効果は、TCVの寄与のみとなるため小さくなる。また、主基板として、ニオブ酸リチウムやランガサイト、ホウ酸リチウム等の基板を用いた場合でも同様の効果が得られる。

【0053】また、本実施の形態においては、補助基板としてガラスを用いたが、これに限らず、シリコンなどの他の低熱膨張材料を用いてもよい。補助基板として、導電性基板を用いた場合には、例えば主基板の焦電性を抑制する効果がある。

【0054】また、本実施の形態においては、主基板と補助基板を直接接合した後、分極反転層を形成したが、あらかじめ分極反転層を形成した主基板と補助基板を直接接合してもよい。また、分極反転層の形成方法については、本実施の形態に限るものではなく、分極方向の異なる圧電基板同士を直接接合することで主基板を形成してもよい。分極反転層を直接接合により形成した場合には、前記分極反転層の厚さ制御が容易となり、主基板の圧電特性を均一にすることが可能である。また、分極反転層の厚さに特に制限はなく、分極反転層の厚さによって補助基板を選択すれば、種々の圧電特性を有する温度特性に優れた弾性表面波素子を得ることができる。

【0055】(第5の実施の形態)図6は、本発明の第5の実施の形態における弾性表面波素子の構成の概略を示す断面図である。図6において、101は主基板、102は補助基板、103は櫛形電極、106は導電性膜

である。なお、本実施の形態では、主基板101は、厚さ100 $\mu$ mの36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを、後述するように、薄板加工を行って弾性表面波波長の1波長程度にまで薄板化したものであり、補助基板102は、厚さ300 $\mu$ mの低熱膨張ガラス基板である。なお、それぞれの基板の熱膨張係数は、タンタル酸リチウムが16ppm/°C(弾性表面波伝搬方向)、ガラス基板が4.5ppm/°Cである。また、櫛形電極103の構成は、第1の実施の形態と同様である。

【0056】以下に、本実施の形態における弾性表面波素子の製造方法を図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとする。

【0057】まず、補助基板102の一方主面上の、少なくとも櫛形電極103に対応した部分に導電性膜106を形成する。本実施の形態では、導電性膜106として、クロムを数百オングストローム形成している。ついで、第1の実施の形態と同様にして、主基板101と前記導電性膜106が形成された補助基板102とを直接接合する。次に、主基板101を研磨し弾性表面波波長の1波長程度にまで薄板化する。最後に、主基板101上に櫛形電極103を通常のフォトリソグラフィプロセスを用いて形成する。以上のプロセスを経て、本実施の形態における弾性表面波素子は製造される。

【0058】第1の実施の形態と同様に、主基板101と補助基板102を直接接合することによって、前記両基板の熱膨張係数差による応力により、主基板単体の場合の温度特性を改善することができる。それに加えて、本実施の形態の場合には、主基板と補助基板との間に導電性膜を形成し、主基板の厚さを薄くしているため、電界短絡効果を利用することができ、弾性表面波素子の温度特性をさらに改善することが可能となる。

【0059】以上のように、本実施の形態においては、良好な温度特性を有する弾性表面波素子を得ることができるのに加え、櫛形電極の焦電破壊を抑えることができる。

【0060】なお、本実施の形態においては、主基板として36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを用いたが、これに限らず、他のカット角を用いた場合でも、補助基板として主基板よりも小さな熱膨張係数を有する基板を用いれば、同様の効果が得られる。また、両基板の弾性表面波伝搬方向の熱膨張係数が同等であっても、弾性表面波伝搬方向に垂直な方向の熱膨張係数について、補助基板の熱膨張係数が主基板のものよりも小さければ、密度変化を抑制することができ、TCFを改善することが可能である。ただし、その改善効果は、TCVの寄与のみとなるため小さくなる。また、主基板として、ニオブ酸リチウムやランガサイト、ホウ酸リチウム等の基板を用いた場合でも同様の効果が得られる。

【0061】また、本実施の形態においては、補助基板

としてガラスを用いたが、これに限らず、シリコンなどの他の低熱膨張材料を用いてもよい。

【0062】また、本実施の形態においては、補助基板側に導電性膜を形成するとして説明したが、これに限らず、主基板側または、主基板および補助基板の両方に導電性膜を形成するとしてもよい。

【0063】また、本実施の形態においては、導電性膜としてクロムを用いたが、これに限らず、他の金属材料を用いてもよい。

【0064】(第6の実施の形態)図7は、本発明の第6の実施の形態における弾性表面波素子の構成の概略を示す断面図である。図7において、101は主基板、102は補助基板、103は櫛形電極、107は絶縁性膜である。なお、本実施の形態では、主基板101として厚さ100 $\mu$ mの36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを用い、補助基板102として厚さ300 $\mu$ mのシリコン基板を用いた。主基板の厚さは、弾性表面波波長に比べて十分く設定している。なお、それぞれの基板の熱膨張係数は、タンタル酸リチウムが16ppm/°C(弾性表面波伝搬方向)、ガラス基板が4.5ppm/°Cである。また、櫛形電極103の構成は、第1の実施の形態と同様である。

【0065】以下に、本実施の形態における弾性表面波素子の製造方法を図面を参照して説明する。なお、以下の説明において、特に説明のないものについては、第1の実施の形態と同じとする。

【0066】まず、補助基板102の一方主面上に絶縁性膜107を形成する。本実施の形態では、絶縁性膜107として、酸化珪素をスパッタリング工法により約1000オングストローム形成している。ついで、第1の実施の形態と同様にして、主基板101と前記絶縁性膜107が形成された補助基板102とを直接接合する。最後に、主基板101上に櫛形電極103を通常のフォトリソグラフィプロセスを用いて形成する。以上のプロセスを経て、本実施の形態における弾性表面波素子は製造される。

【0067】第1の実施の形態と同様に、主基板101と補助基板102を直接接合することによって、前記両基板の熱膨張係数差による応力により、主基板単体の場合の温度特性を改善することができる。それに加えて、本実施の形態の場合には、主基板と補助基板との間に絶縁性膜を形成しているので、組成的に直接接合が困難な組み合わせにおいても直接接合が可能となる。

【0068】以上のように、本実施の形態においては、良好な温度特性を有する弾性表面波素子を得ることができる。

【0069】なお、本実施の形態においては、主基板として36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを用いたが、これに限らず、他のカット角を用いた場合でも、補助基板として主基板よりも小さな熱膨張係数を有する

基板を用いれば、同様の効果が得られる。また、両基板の弾性表面波伝搬方向の熱膨張係数が同等であっても、弾性表面波伝搬方向に垂直な方向の熱膨張係数について、補助基板の熱膨張係数が主基板のものよりも小さければ、密度変化を抑制することができ、TCFを改善することが可能である。ただし、その改善効果は、TCVの寄与のみとなるため小さくなる。また、主基板として、ニオブ酸リチウムやランガサイト、ホウ酸リチウム等の基板を用いた場合でも同様の効果が得られる。

【0070】また、本実施の形態においては、補助基板としてガラスを用いたが、これに限らず、シリコンなどの他の低熱膨張材料を用いてもよい。

【0071】また、本実施の形態においては、補助基板側に絶縁性膜を形成するとして説明したが、これに限らず、主基板側または、主基板および補助基板の両方に絶縁性膜を形成するとしてもよい。

【0072】また、本実施の形態においては、絶縁性膜として酸化珪素を用いたが、これに限らず、他の無機薄膜を用いてもよい。

【0073】(第7の実施の形態)次に、本発明の第7の実施の形態について図面を参照して説明する。本実施の形態は、本発明の弾性表面波素子を複数個一括して同一の基板原板上に形成する場合の製造方法に関するものである。図8は、本発明の第7の実施の形態における弾性表面波素子の製造方法の概略を示す斜視図である。図8において、101は主基板、102は補助基板、103は櫛形電極、108は溝部、109は切断線である。なお、本実施の形態では、主基板原板111として厚さ100 $\mu$ mの36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを用い、補助基板原板112として厚さ300 $\mu$ mの低熱膨張ガラス基板を用いている。主基板原板111の厚さは、弾性表面波波長に比べて十分厚い10波長に設定している。なお、それぞれの基板の熱膨張係数は、タンタル酸リチウムが16ppm/°C(弾性表面波伝搬方向)、ガラス基板が4.5ppm/°Cである。

【0074】以下に、本実施の形態における弾性表面波素子の製造方法を図面を参照して説明する。

【0075】最初に、主基板原板111と補助基板原板112との直接接合工程について説明する。まず、両面が鏡面仕上げされた、主基板原板111および補助基板原板112を準備する。次に、補助基板原板112上に、切断線109に対応した位置に溝部108を形成する。本実施の形態では、補助基板原板112上に金属パターンを形成し、補助基板原板112をエッチングすることにより溝部108を形成している。次に、両基板原板に付着しているダストや有機物質を除去するために、十分に洗浄する。その後、両基板原板を水酸化アンモニウムと過酸化水素水との混合水溶液に浸漬し、基板表面を親水化処理する。これにより、両基板原板表面は水酸基で終端されることになる。そして、両基板原板を



純水でリンスし、互いの一方主面同士を重ねあわせる。最初、両基板原板は水を介した接合となっているが、徐々に水分が蒸発除去され水酸基、酸素などの分子間力による接合へと変化し、主基板原板111と補助基板原板112が強固に接合される（初期接合）。本実施の形態のように、補助基板原板112に形成された溝部108を設けることによって、基板原板中央部においても前記溝部を介して不要な水分が除去しやすくなっている。次に、初期接合された両基板原板を熱処理する。常温放置によってもある程度の接合強度が得られているが、より強固な接合とするために、100℃以上の温度で数十分から数十時間熱処理を行う。なお、本実施の形態のように、両基板原板の熱膨張係数差が大きい場合には、両基板原板の大きさ（接合面積）によって熱処理温度に制約が生じる。これは、温度上昇により初期接合された基板が反り、過度の昇温を行うと基板に割れが生じるためである。このことから、初期接合された両基板原板は、十分な接合強度を有しており熱処理中に互いにすべりを生じることがなく、熱処理後室温において残留応力のない接合体が得られていることがわかる。

【0076】また、前述のように、熱膨張係数の異なる基板同士を直接接合する場合には、熱処理時に多大な応力が発生し、一方の基板原板を破壊することがある。そこで、前記溝部を設けることによって、応力を緩和することができ、より高温での熱処理が可能となり、接合強度をより強固にすることができる。

【0077】次に、得られた接合体の主基板原板側表面に、通常のフォトリソグラフィ技術を用いて、櫛形電極103を形成する。なお、このプロセスにおいてフォトレジストのアリベークなどの加熱プロセスでは基板原板が反るために、ホットプレート等を利用すると基板原板内の温度分布が大きくなるので、オープン等を用いて熱処理することが好ましい。

【0078】最後に、切断線109に沿って、複数の弾性表面波素子を個々に分割する。この工程において、前記溝部109は切断線108とともに除去される。従って、個々に分割された弾性表面波素子の櫛形電極部には前記溝部は存在せず、一様な熱応力が弾性表面波素子に作用し、温度特性のばらつきのない複数の弾性表面波素子が一括して得られる。以上のプロセスを経て、本実施の形態における弾性表面波素子は製造される。

【0079】以上のように、本実施の形態においては、電気機械結合係数や弾性表面波伝搬速度等の諸特性を変化させることなく、良好な温度特性を有する弾性表面波素子を得ることができる。また、初期接合時の水分の蒸発除去を容易にするとともに、熱処理時の応力を緩和することができる。また、個々に分割された弾性表面波素子の基板中央部には溝部が存在せず、温度変化に対しても一様な熱応力が発生する弾性表面波素子を得ることができ、製造ばらつきの低減を図ることができる。

【0080】なお、本実施の形態においては、主基板として36° YカットX伝搬のタンタル酸リチウムを用いたが、これに限らず、他のカット角を用いた場合でも、補助基板として主基板よりも小さな熱膨張係数を有する基板を用いれば、同様の効果が得られる。また、両基板の弾性表面波伝搬方向の熱膨張係数が同等であっても、弾性表面波伝搬方向に垂直な方向の熱膨張係数について、補助基板の熱膨張係数が主基板のものよりも小さければ、密度変化を抑制することができ、TCFを改善することが可能である。ただし、その改善効果は、TCVの寄与のみとなるため小さくなる。また、主基板として、ニオブ酸リチウム、ランガサイトやホウ酸リチウムなどを用いた場合でも同様の効果が得られる。

【0081】また、本実施の形態においては、主基板の厚さを弾性表面波波長の10倍としたが、これに限らず、弾性表面波の粒子変位が集中する1波長程度以上であれば、弾性表面波素子の特性に影響を与えることなく、弾性表面波素子の温度特性を改善することができる。

【0082】また、本実施の形態においては、補助基板としてガラスを用いたが、これに限らず、シリコンなどの他の低熱膨張材料を用いてもよい。補助基板としてガラスを用いた場合には、その非晶質性により、単結晶である主基板との接合が容易となる。また、ガラスの場合にはその組成によって種々の機械的性質を持った材料を得ることができ、温度特性の制御が容易となる。また、補助基板として、導電性基板を用いた場合には、例えば主基板の焦電性を抑制する効果がある。さらに、主基板が薄い場合には、電解短絡効果による温度特性改善も可能である。

【0083】また、本実施の形態の弾性表面波素子上に、酸化珪素膜を形成することによって、従来酸化珪素を用いて得られていたゼロ温度係数基板の圧電特性とは異なる特性を有する、温度特性が良好な弾性表面波素子を得ることができる。

【0084】また、本実施の形態の主基板に分極反転層を形成することで、前記酸化珪素膜を用いた場合と同様に、従来とは異なる圧電特性を有する温度特性が良好な弾性表面波素子を得ることができる。

【0085】

【発明の効果】以上説明したところから明らかなように、本発明は、圧電基板の電気機械結合係数や弾性表面波速度等の諸特性を変化させることなく、良好な温度特性を有する弾性表面波素子およびその製造方法を提供することができる。

【0086】また、請求項15の本発明は、熱処理時における水分の除去を助けるとともに熱応力を緩和することができ、製造歩留まりを大幅に向上させる弾性表面波素子およびその製造方法を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施の形態における弾性表面波素子の斜視図および断面図。

【図2】本発明の第1の実施の形態における弾性表面波素子の周波数温度依存性を示す図。

【図3】本発明の第2の実施の形態における弾性表面波素子の断面図。

【図4】本発明の第3の実施の形態における弾性表面波素子の断面図。

【図5】本発明の第4の実施の形態における弾性表面波素子の断面図。

【図6】本発明の第5の実施の形態における弾性表面波素子の断面図。

【図7】本発明の第6の実施の形態における弾性表面波素子の断面図。

【図8】本発明の第7の実施の形態における弾性表面波素子の製造方法の概略を示す斜視図。

【図9】従来の弾性表面波素子の構造の概略を示す断面図。

図。

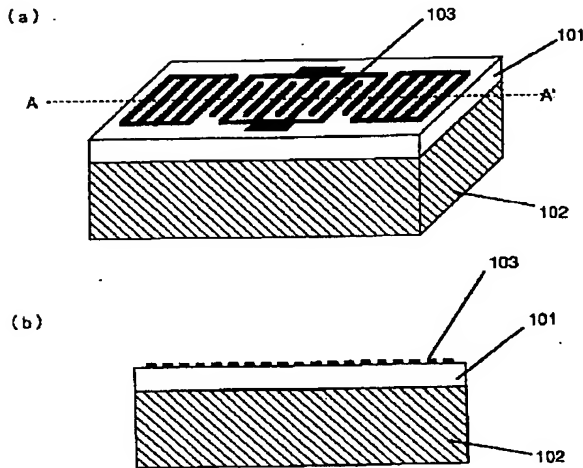
【図10】従来の弾性表面波素子の別の構造の概略を示す断面図。

【図11】従来の弾性表面波素子の別の構造の概略を示す断面図。

# 【符号の説明】

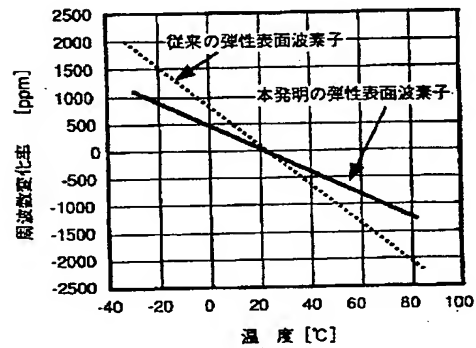
- 101 主基板
- 102 補助基板
- 103 櫛形電極
- 104 酸化珪素膜
- 105 分極反転層
- 106 導電性膜
- 107 絶縁性膜
- 108 溝部
- 109 切断線
- 111 主基板原板
- 112 補助基板原板

【図1】

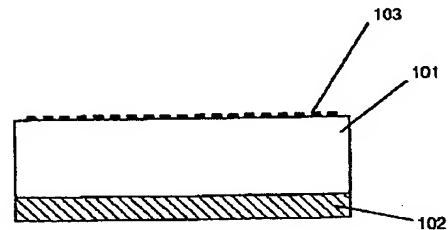


- 101・・・主基板
- 102・・・補助基板
- 103・・・櫛形電極

【図2】

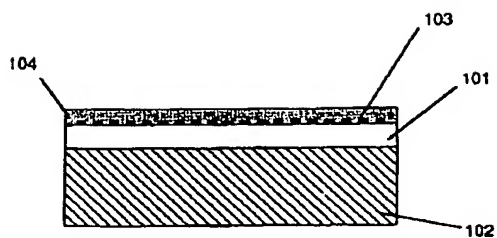


【図3】



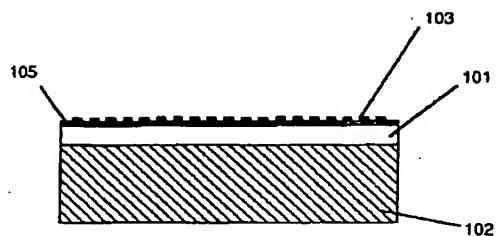
- 101・・・主基板
- 102・・・補助板
- 103・・・形電極

【図4】



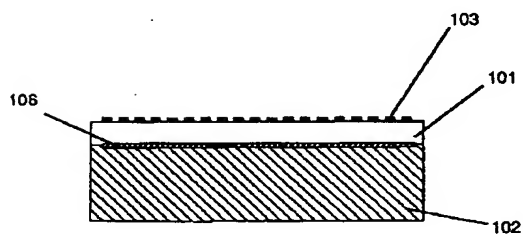
101・・・主基板  
102・・・補助基板  
103・・・梯形電極  
104・・・酸化珪素膜

【図5】



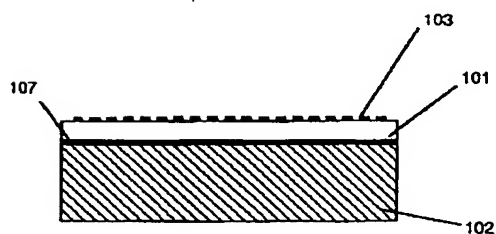
101・・・主基板  
102・・・補助基板  
103・・・梯形電極  
105・・・分極反転層

【図6】



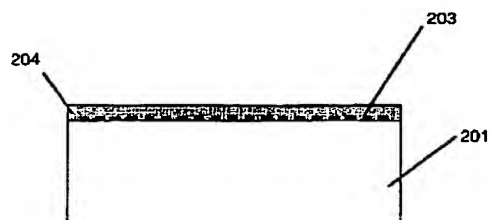
101・・・主基板  
102・・・補助基板  
103・・・梯形電極  
106・・・導電性膜

【図7】



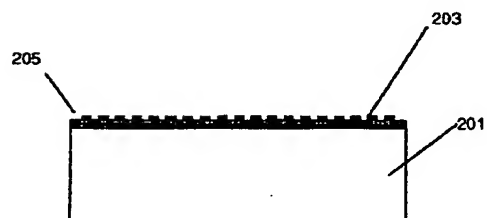
101・・・主基板  
102・・・補助基板  
103・・・梯形電極  
107・・・絶縁性膜

【図9】



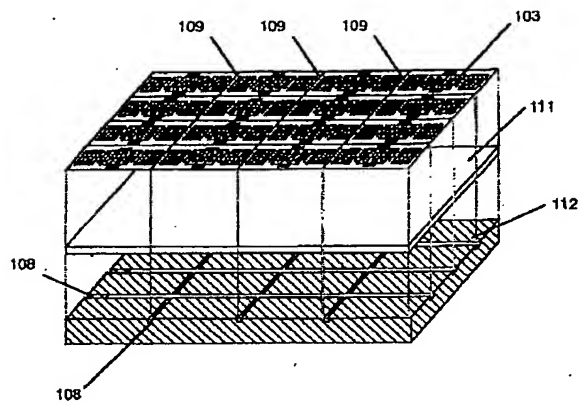
201・・・主基板  
203・・・梯形電極  
204・・・酸化珪素膜

【図10】



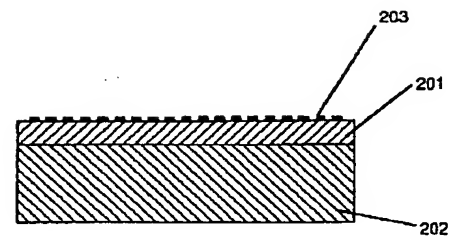
201・・・主基板  
203・・・梯形電極  
205・・・分極反転層

【図8】



111・・・主基板原板  
112・・・補助基板原板  
103・・・樹形電極  
108・・・溝部  
109・・・切断線

【図11】



201・・・主基板  
202・・・補助基板  
203・・・樹形電極

## フロントページの続き

(72)発明者 川▲さき▼ 修  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 富田 佳宏  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 関 俊一  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内

(72)発明者 南波 昭彦  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 佐藤 浩輝  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 小掠 哲義  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内